

ТЕХНОЛОГИИ КОРРЕКЦИИ СВОЙСТВ ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОТЛИВОК ДЕТАЛЕЙ РАКЕТНО- КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.Г. Долгополов

Научный руководитель: заместитель главного металлурга, к.т.н. В.А. Дубровский
ПАО «Протон-ПМ»

Россия, г. Пермь, Комсомольский проспект, 93, 614990

E-mail: wildcat27@yandex.ru

Одной из основополагающих задач современной авиационно-космической отрасли является снижение массы изделия до минимально возможного в сборке. В свою очередь это связано с тем, что потребности увеличения полезной нагрузки непрерывно возрастают. В связи с этим при проектировании допускается только та масса и те сечения изделия, которые совершенно необходимы для надежной эксплуатации конструкции.

Снижение массы изделия, как правило, связано с применением новых, более легких и прочных материалов или улучшением свойств уже используемых сплавов. В условиях сложившейся экономической ситуации в Российской Федерации особо актуальным является изыскание резервов повышения механических свойств уже применяемых материалов.

Особого внимания заслуживают вопросы совершенствования технологий плавки и обработки сплавов.

Существует несколько методов и подходов для коррекции свойств алюминиевых сплавов, а именно: термическая обработка [1], модифицирование [2], высокотемпературная газостатическая обработка [3], гомогенизация расплава [4] и т.п.

В качестве материала исследования выбран доэвтектический силумин АК9ч (АЛ4) химический состав которого соответствовал ГОСТ 1583-93.

Заливку образцов производили в песчаную форму, размеры образцов и условия кристаллизации приближены к технологии изготовления крупногабаритных корпусных отливок деталей первой ступени ракетоносителя «Протон-М».

Термическую обработку сплава производили по технической документации ПАО «Протон-ПМ».

Режим гомогенизирующей обработки расплава, применённый при изготовлении образцов в ПАО «Протон-ПМ» привел к повышению предела прочности, а применение модифицирования положительно повлияло на пластичность силумина системы AL-Si-Mg сплава АК9ч.

Анализ микромеханизмов роста трещины, проведенный на поверхности разрушения разрывных образцов показал, что в результате модифицирования микромеханизм роста трещины меняется с хрупкого на квазихрупкий с участками микровязкой составляющей (рис. 1).

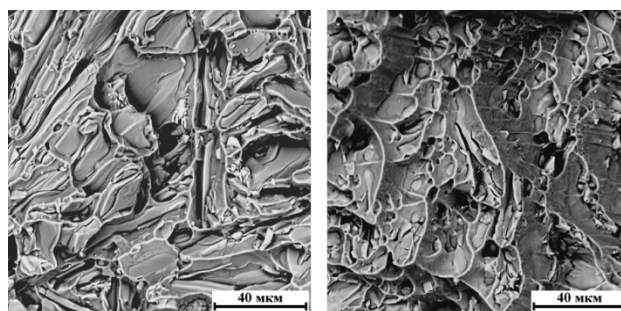


Рис. 1. SEM изображения излома сплава АК9ч без модифицирования (а) и с модифицированием (б), x8000

Показано, что применение гомогенизирующей обработки совместно с модифицированием сплава приводит к общему диспергированию структуры (рис. 2). Непосредственное введение модификаторов изменяет форму двойной эвтектики с игольчатой на глобулярную (рис. 3), а гомогенизирующая обработка влияет на размер и форму четверной эвтектики (рис. 4) [5].

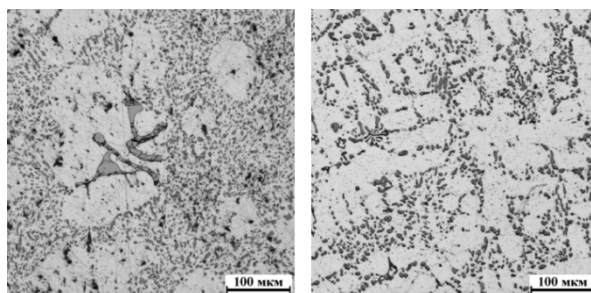


Рис. 2. Световая микроскопия сплава АК9ч без обработки (а) и после обработки (б), х500

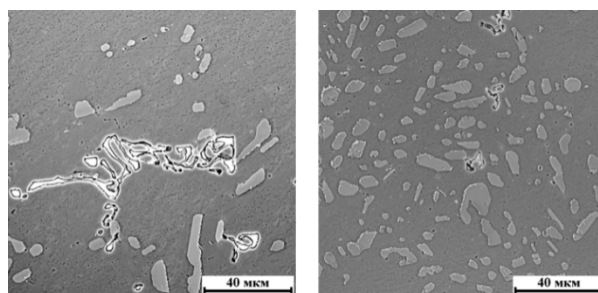


Рис. 3. SEM изображения сплава АК9ч без модифицирования (а) и с модифицированием (б), х2000

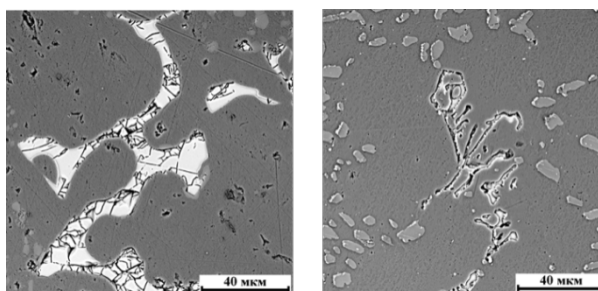


Рис. 4. SEM изображения сплава АК9ч без гомогенизации (а) и с гомогенизирующей обработкой (б), х2000

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колачев Б.А., Елагин В.И, Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: /учебник для вузов. – М.: «МИСИС», 1999. – 416с.
2. Мальцев, М. В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1970. – 368 с.
3. Крук С.И., Сагалевиц В.М., Горохов В.Ю., Лукин В.И. Применение газостатической обработки для повышения качества сварных соединений // Сварочное производство. – 1991. - №11.
4. Рожицина Е.В. Влияние гомогенизирующей термической обработки сплавов алюминия с германием, гафнием, кобальтом и железом в жидком состоянии на их структуру после кристаллизации. – Екатеринбург: Дисс. Кандидата физико-математических наук, 2005.
5. Долгополов В.Г., Дубровский В.А., Симонов М.Ю., Симонов Ю.Н., Юрченко А.Н., Шибанова К.А. Способы влияния на структуру и свойства алюминиевых сплавов, используемых в авиакосмической отрасли //Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2016. – Т.18, №2